

# 新疆东天山覆盖区北坡子泉东区金矿 综合物探勘查

王思耀, 谢文科, 李琦源, 邹建, 刘风雷, 夏国强

(浙江省有色金属地质勘查局, 浙江 绍兴, 312000)

**摘要:** 新疆哈密市北坡子泉东区金矿普查作为厚覆盖层下的金矿找矿工作, 存在选定找矿靶区、物探解译地质信息、多学科综合研究等多方面的难点。根据矿区实际情况, 采用以“循环渐进式勘查技术体系”作为工作指导, 通过资料分析, 物探、地质互相指导, 综合研究与勘查工作同步进行等多种工作手段, 总结出该成矿带上的金矿找矿标志, 将金矿化部位定位于野马泉韧性剪切带内次级小构造并发育有花岗岩脉的部位, 探索出了适用于东天山地区覆盖区金矿找矿的勘查经验, 供该区开展矿产资源勘查工作参考。

**关键词:** 覆盖区金矿; 综合物探; 东天山; 韧性剪切带

DOI:10.16724/j.cnki.cn33-1290/p.2023.s1.014

## Integrated Geophysical Prospecting for the Eastern Beipoziquan Gold Deposit in the Covered Area of the Eastern Tianshan Mountains

WANG Siyao, XIE Wenke, LI Qiyuan, ZOU Jian, LIU Fenglei, XIA Guoqiang

Zhejiang Geological Exploration Bureau for Non-ferrous Metals, Shaoxing, Zhejiang, 312000

**Abstract:** As an exploration of gold deposits under thick overburden layers, there are lots of difficulties, such as selecting ore prospecting targets, interpretation of geological information, and multidisciplinary comprehensive research during the census of Eastern Beipoziquan Gold Deposit in Hami, Xinjiang. According to these situations of this area, the "Cycle Asymptotic Exploration Technology System" as a work guide is used for finding the gold prospecting sign through data analysis, mutual guidance of geophysical prospecting and geology, comprehensive research and exploration work synchronously. The gold mineralization has been located in the secondary small structure in the Yemaquan ductile shear zone where granitic veins develop. A set of exploration experience suitable for gold prospecting in the coverage area of the East Tianshan area is explored, and can be referenced by other mineral resource exploration work in this area.

**Key words:** Gold Mine in Covered Area; Comprehensive Geophysical Exploration; East Tianshan; Ductile Shear Bands

### 0 引言

覆盖区找矿是指以覆盖层下的矿产资源为目标的矿产勘查工作, 涵盖了地质、构造、物化

探、钻探、分析测试等多个学科, 且依赖于各学科的综合研究。覆盖区找矿存在勘查选区、地质信息提取、多学科融合研究等难题(汪青松等,

作者简介: 王思耀(1995—), 男, 硕士, 从事矿产勘探工作, E-mail: 1083519138@qq.com。



### 1.1 地层

区域出露地层主要为下石炭统雅满苏组，为一套浅海相碎屑沉积 - 火山碎屑建造夹中酸性 - 酸性火山岩。分 3 个岩性段，岩性有流纹岩、玄武岩、安山岩、英安岩、安山质凝灰岩及沉凝灰岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、细砂岩、岩屑砂岩、砂砾岩、灰岩 - 大理岩等。工作区绝大部分被第四系覆盖，仅有少量古近系渐新 - 新近系中新统桃树园组出露，未见岩浆岩出露。桃树园组岩性为橙红、褐红色粉砂质泥岩。更新统 - 全新统冲洪积层约占矿区面积的 75.83%，主要沿区内一些大的冲沟分布，由松散堆积的砾、砂砾、砂、砂土等组成（图 2）。

### 1.2 构造

区域构造以断裂为主，雅北 - 翠岭 - 旱草湖 - 野马泉金矿带受控于雅满苏深大断裂破碎带，雅满苏深大断裂为一韧性剪切带，北东东向的雅满苏断裂及其次级断裂构造构成区域主构造格架，

地层受构造影响呈北东向单斜产出。金矿点主要沿雅满苏断裂破碎带及其分支断裂分布，产于韧性剪切带内。工作区内有雅满苏韧性剪切带的次级构造野马泉韧性剪切带通过，临近矿区（点）均产在野马泉韧性剪切带中（图 1，图 2）。

### 1.3 侵入岩

区域侵入岩广泛发育，不同时期各类岩石均有出露，其中以晚古生代侵入岩最为发育。二叠纪二长花岗岩 - 花岗闪长岩 - 石英闪长岩主要分布在区域西北部，石炭纪花岗岩 - 花岗闪长岩 - 二长花岗岩主要分布在区域西南部及南部少量地区。其产出形态以岩基为主，个别呈岩株、岩枝、岩脉沿断裂或褶皱侵入，其延伸方向多与区域构造线一致。绝大部分岩体、岩脉与下石炭统雅满苏组呈明显的侵入关系，闪长岩脉、辉绿（长）岩脉、石英脉、碳酸盐岩脉发育，一般分布在韧性剪切带、岩体内部节理和脆性断裂中。矿区范围内地表未见岩浆岩出露（图 2）。

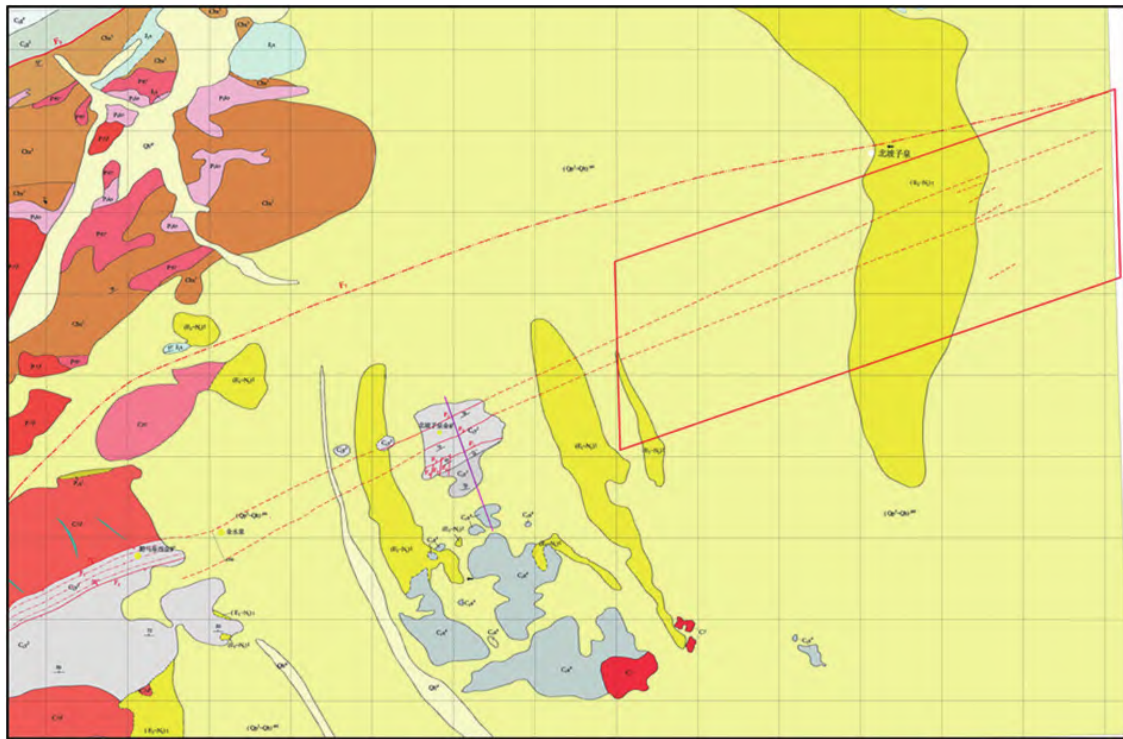


图 2 北坡子泉东区金矿区地质图  
Fig.2 Geological map of Eastern Beipoziqian Gold Deposit



## 1.4 地球物理

重力场特征显示早草湖到野马山一带处于重力梯度带上,是雅满速断裂带的反应,重力异常一般为  $-200 \times 10^{-5} \sim -220 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$  (图3)。5万航磁异常图上对雅满速韧性断裂及野马泉韧性剪切带的反映明显,岩体表现为正磁异常,雅满速断裂带表现为长条状低磁异常,穿插有局部透镜状小高磁异常,为岩脉或小岩体引起,野马泉韧性剪切带表现为带状负磁异常(图4)。本次勘查区位于1:5万激电Ⅲ号极化率异常区,共圈定高极化异常4个,电阻率异常4个(图5)。综合重力、磁法、激电异常特征,野马泉韧性剪切带(含矿层)具低重力、负磁-低磁、中高激化中高电阻率综合异常特征,极化率一般2%~4%,电阻率  $600 \sim 1600 \Omega \cdot \text{m}$ ,磁异常在  $-100 \sim 0 \text{nT}$ 。

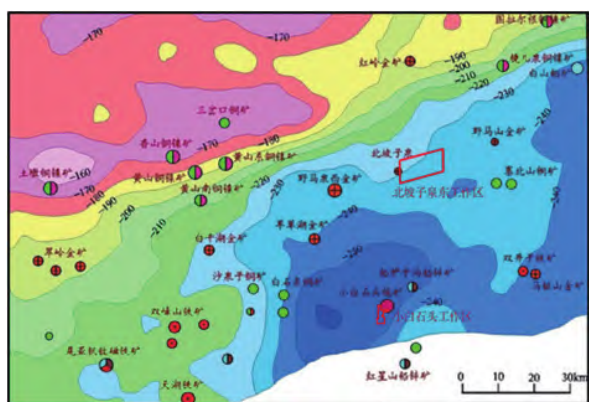


图3 东天山地区重力场特征图  
Fig.3 Gravity field map of East Tianshan area

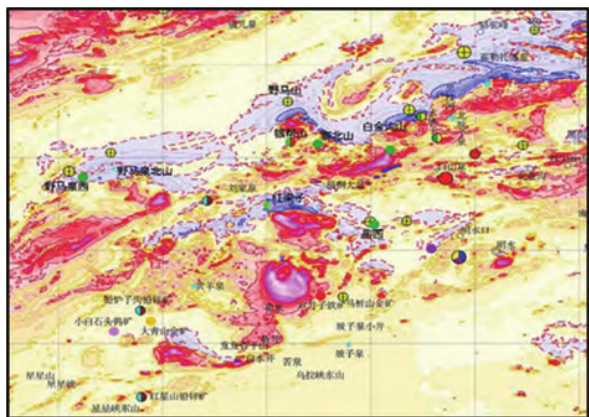


图4 野马泉一带航磁异常图  
Fig.4 Aeromagnetic map of Yemaquan area

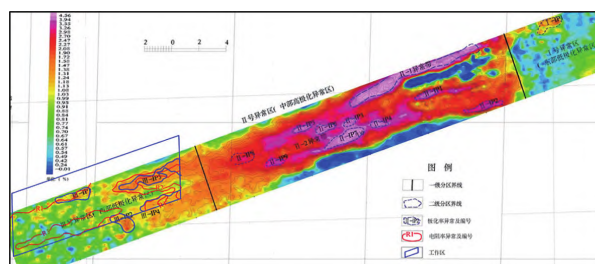


图5 野马山一带金矿调查评价1:5万激电视极化率平面等值线图

Fig.5 Polarization map of Yemashan area (1:50,000 scale)

## 2 工作区找矿难点

新疆哈密市北坡子泉东区金矿存在覆盖层厚,工作程度低,成矿条件复杂等多方面情况,开展勘查找矿工作难度极大,主要存在选定找矿靶区、物探解译地质信息、多学科综合研究等多方面的难点,需要循序渐进,抽丝剥茧,逐步分析研究开展矿产勘查工作。

### 2.1 选定找矿靶区难题

北坡子泉东区金矿探矿权面积有  $57.29 \text{km}^2$ ,且地表全为第四系新近系覆盖,无任何与成矿相关的地质信息出露,金矿的成矿部位又受到野马泉韧性剪切带的控制,即使依靠前期1:5万激电扫描成果显示的4个极化率电阻率异常依然不能缩小找矿方向,无法提供有效的优选找矿靶区。基岩出露区常用的地质填图、剖面测量、山地工程等方法不能查明覆盖层下的地质和矿化蚀变情况。

以往工作程度低,矿区范围大,成矿部位小,地表为全覆盖等实际情况的制约,导致本区存在着到哪里找矿的难题。

### 2.2 物探解译地质信息难题

工作区物探解译地质信息主要存在两个难点,一是覆盖区过厚导致对物探成果精度的要求提高,存在物探效果好不好,指示性高不高的问题;二是物探本身多解性的问题。

物探解译出可靠地质信息的基础是不同地质体存在物性差异。工作区覆盖层厚度推测有近百米,地表厚覆盖层会使得地下不同地质体之间的差异在数据上表现得更加不明显,且存在充水形

成低阻屏蔽层的可能性，轻便机械不能采样，对物探效果造成较大的影响，不过工作区处于戈壁滩无人区，基本没有建筑及电线等人为因素干扰。工作区内不同地质体虽然存在物性差异，但没有达到非此即彼的地步，且只能通过临近矿区地表出露的地质情况来取得物性参数，梳理出的地质信息与物性参数之间的对应关系的参考价值高低尚待验证，导致工作区物探多解性的问题处理起来难度较大。

### 2.3 多学科综合研究难题

工作区所在成矿带上各金矿床地质结构复杂，含量少品位低，矿体规模小，形态不规则，与围岩交织复杂，识别难度大，各矿点的地质条件、物化探特征均存在各自的特征，用一个成矿模式解释无法适用于所有矿点。工作区物探解译地质信息难度大，地质、物探“两张皮”套合不好，邻区物探数据对本区的指示性到底多大也未知，缺乏钻孔资料验证反过来纠正物探解译的过程。

本覆盖区金矿找矿工作综合研究的难题是由地质情况复杂、覆盖区厚、物探多解性等因素导致的，如果不想办法解决，实际找矿工程中很可能出现“这个异常怎么没有矿”的现象。

## 3 解决思路及勘查技术体系

针对以上找矿难点，通过工作区一年的地质、物探及综合研究工作，项目组人员结合国内已有覆盖区找矿理论成果和矿区情况，采用“循环渐进式勘查技术体系”（汪青松等，2021）作为理论指导，按照相关标准规范要求开展矿区勘查工作。

如图6，在本区开展覆盖区找矿工作需要做到“地质理论循环指导，物探技术双重支撑”，即地质理论指导物探工作部署，物探技术支撑矿化信息即基础地质信息采集；物探阶段性成果引导地质理论创新，新的地质理论再次指导物探工作部署，如此循环勘查，区别于传统的“地质思路、物探出靶区、钻孔来验证”的技术路线。

如图7，将覆盖区找矿分为勘查选区、靶区圈定、勘查定位、验证定性4各阶段（汪青松等，

2021），循环渐进，缺一不可。只有上阶段任务完成才能进入下阶段工作。

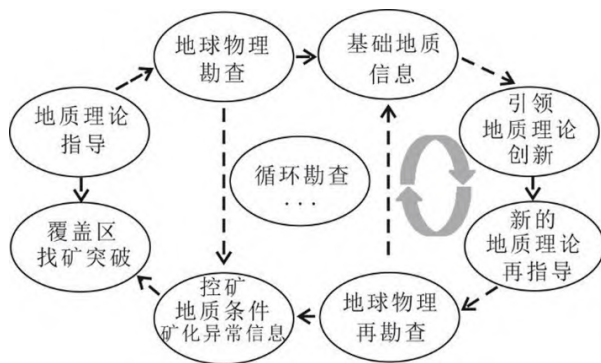


图6 地质物探融合思维导图

Fig.6 Mind map of geological and geophysical exploration integration

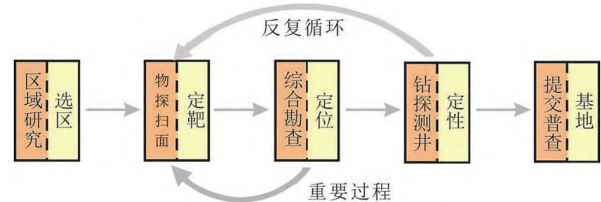


图7 覆盖区“一选三定思阶段”循环流程示意图

Fig.7 Flow chart of repeated circulation in four stages of prospecting, separation, and determination in covered area

首先是研究选区阶段，充分分析前人工作成果，包括区域地质物化探资料，临近矿区的勘查成果报告，梳理出成矿带上已知矿点的成矿地质特征、地球物理特征、地球化学特征的同有特点和不同之处，将共同点作为找矿标志进行选区工作，不同点要分析原因，研究造成不同矿点地物化特征不同的原因，评价其对选区工作的影响程度。

其次是物探扫面定靶工作，采用综合物探手法进行扫面工作，工作方法宜多不宜少，一是验证前人圈定的异常区及成矿有利部位是否存在，二是结合选区研究和扫面成果圈定找矿靶区。

第三阶段为综合勘查定位阶段，对圈定的靶区开展多工作手段综合勘查，此阶段是覆盖区找矿的重要过程，往往需要循环勘查，当多工作手段综合勘查后发现不能对靶区做到定位要求，需重新分析阶段成果，再次在靶区内挑选部位进行综合勘查定位工作。



最后为钻探测井定性阶段, 同样当钻孔验证情况与推断成果不符合时, 重新圈靶, 综合勘查定性, 再重新进行钻孔验证, 循序渐进, 逐步逼近找矿目标, 直至验证情况与地质理论预测成果一致。

## 4 成果及讨论

按照上述勘查思路开展找矿工作, 遵循选区 - 定靶 - 定位 - 定性的顺序, 目前勘查工作处于多方法测深综合勘查定位阶段, 初步将矿化部位定位于野马泉韧性剪切带内次级小构造并发育有花岗岩脉的部位, 待钻探及测井工作验证。

### 4.1 资料分析成果 - 选区

总结野马泉西、白干湖、旱草湖以及北坡子泉多个矿点的成矿地质特征, 提取如下地质特征或者说找矿标志:

- (1) 含矿层位: 雅满苏组上段地层。
- (2) 含矿岩性: 糜棱岩化破碎岩化砂岩、粉砂岩、砾岩、凝灰岩、石英闪长岩脉及花岗岩脉。
- (3) 控矿构造: 野马泉韧性剪切带内雅满苏组上段地层中发育的次级断裂构造。
- (4) 地球物理标志: 北东向展布的中高极化 - 相对中高阻的异常带边部, 极化率在  $2 \sim 4$  之间, 电阻率在  $600 \sim 1600 \Omega \cdot m$ 。由于矿区覆盖较厚, 需考虑覆盖层的影响, 且异常相对位置参考意义大于数值。
- (5) 地球化学标志: 沿野马泉韧性剪切带呈串珠状分布 Au-As-Sb 综合化探异常。

根据找矿标志, 选择工作区东部 2 个激电异常区作为首选工作区, 该部位的极化率、电阻率、磁性特征、重力特征均显示成矿前景较好。同时在临近野马泉金矿、金水泉金矿挑选对比性强的 235 线及 100 线进行物探综合试验剖面, 提取矿化部位的物性特征指导工作。

### 4.2 试验剖面及电法磁法扫面成果 - 定靶

#### 4.2.1 试验剖面成果

物探试验剖面成果显示, 在工作方法及技术条件方面, 1 : 1 万磁法剖面针对区内侵入岩有较好的异常显示, 1 : 1 万激电中梯 (短导线)

剖面 (AB 距 2000m) 在数据稳定性及异常显示上较好, 音频大地电磁测深及激电测深数据对于深部构造反映较好, 且音频大地电磁测深电阻率断面图对于构造带的揭露优于激电测深, 对于不同地质体的电阻率差异上分辨率更清晰, 而激电测深对浅部地质体的反应较好。

野马泉金矿 235 线磁、电综合物探剖面工作显示: 中 - 酸性岩体表现为低缓上升的弱磁异常, 地层及构造蚀变带表现为低磁 - 负磁异常, 在与成矿相关的脉岩 (闪长岩 - 石英闪长岩) 处会出现局部的高磁异常。视电阻率相对低阻异常带对应断裂构造。激电测深及 AMT 断面图上对次一级断裂构造亦有明显低阻异常反应。一般含矿糜棱岩化带 (含矿构造蚀变带) 对应的视电阻率异常为 2 个低阻所加持的一个相对高阻带 (视电阻率  $600 \sim 1600 \Omega \cdot m$ ), 对应视极化率中极高化异常的快速下降梯度带 (图 9)。

#### 4.2.2 电法磁法扫面成果

电法工作在工作区东部圈出 6 个极高化异常带, 4 个高电阻率异常, 磁法工作圈出 3 个磁异常 (图 8)。依据试验剖面成果, 由北向南可推断出五个大致平行的低电阻率异常带, 总体走向  $68^\circ$  左右, 初步推断为 5 条近于平行的断裂, 同时由电阻率带状异常向西北错动的特点来看, 区内存在北北西或近南北向平移断层。

结合资料分析、试验剖面、电法扫面工作, 将成矿靶区确定在野马泉韧性剪切带及其次级构造上, 表现为视电阻率两个低阻 (断层构造) 所加持的一个相对高阻带且具有磁异常 (脉岩) 部位的边部。

### 4.3 综合测深成果 - 定位

通过多方法测深进行成矿地段定位工作。针对高阻带的边部开展激电测深和音频大地电磁测深工作, 成果见图 10。综合测深各方法成果对构造反映基本一致, 低阻异常对应断层, 依据试验剖面, 初步将成矿有利部位定位于测深剖面的 F2-F3 中间的小高阻部位。待下一步钻孔施工及物探综合测井验证。

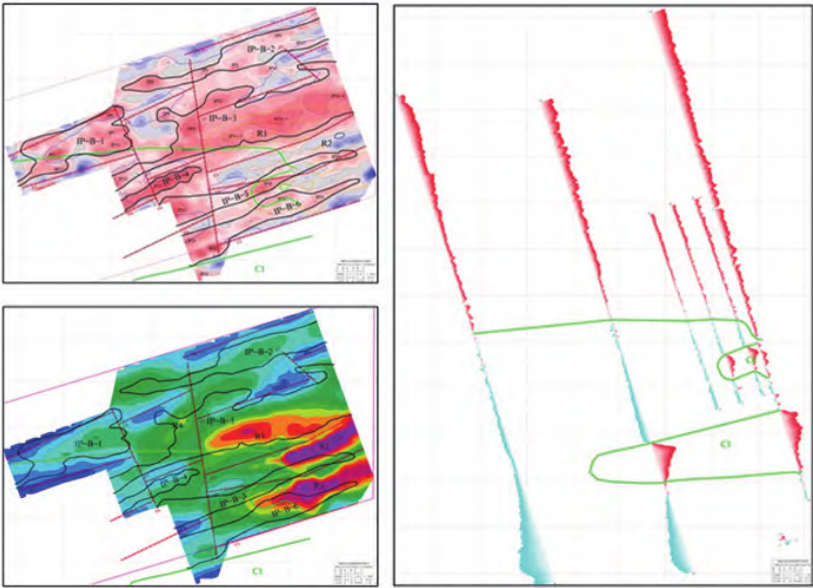


图 8 北坡子泉东区金矿电法磁法剖面图  
左上 - 极化率; 左下 - 电阻率; 右 - 磁法

Fig.8 Electrical and Magnetic profiles map of Eastern Beipoziqian Gold Deposit  
upper left: Polarizability; lower left: Resistivity; and right: Magnetic

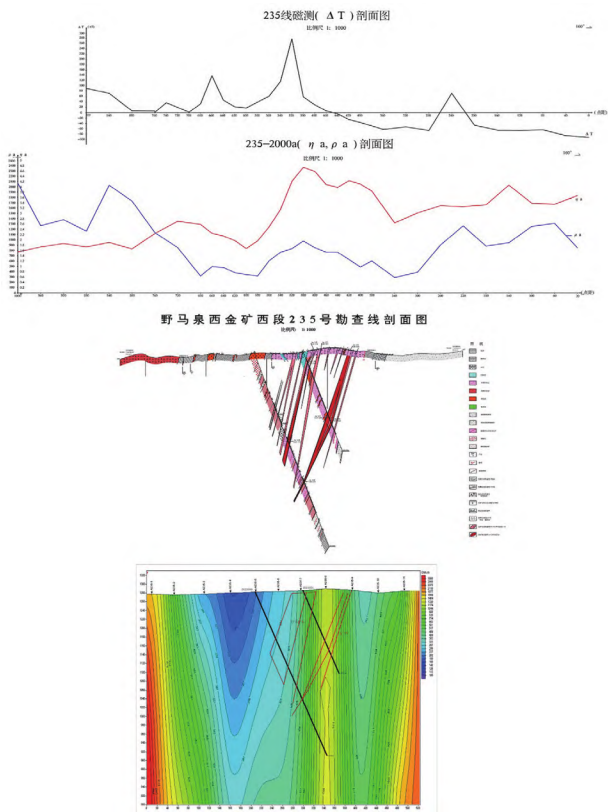


图 9 野马泉金矿 235 线综合试验剖面

Fig.9 Comprehensive profile map of the Line 235 of Yemaquan Gold Deposit

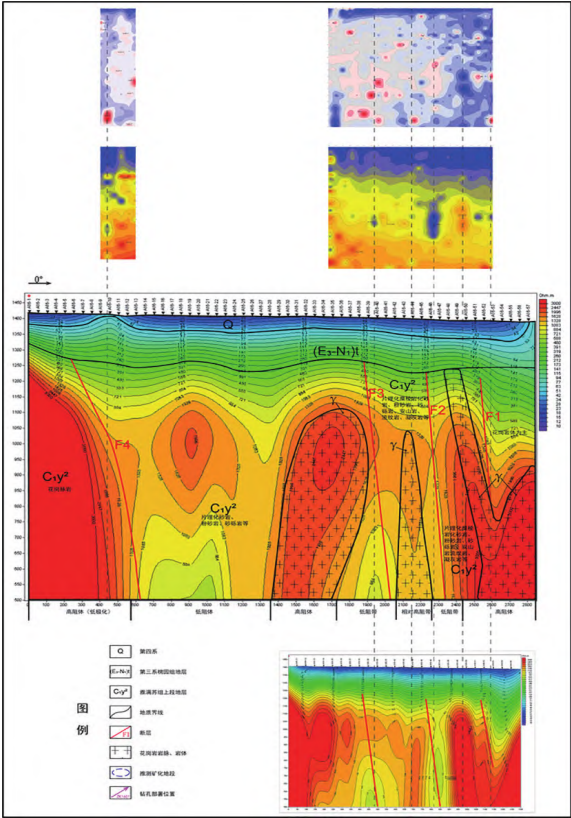


图 10 16 线地质物探综合图

Fig.10 Comprehensive profile of the Line 16 from Eastern Beipoziqian Gold Deposit

## 5 结论

(1) “循环渐进式勘查技术体系”在新疆东天山地区覆盖区金矿找矿工作中具有较好的适用性,可作为该区勘查工作的指导思路。

(2) 采用综合物探方法进行覆盖区找矿工作是一个循序渐进,地质、物探相互验证纠错的过程,需要综合研究和勘查工作同步进行,相较于以往简单的“地质出思路、物探出靶区、钻孔来验证”的技术路线,更注重地质与物探相互指导循环纠错,更适合覆盖区找矿工作。

(3) 雅北-翠岭-旱草湖-野马泉金矿带均受雅满苏韧性剪切带及其次级构造控制,但各矿点地质特征存在差异,成矿模式不能完全通用。临近已知矿区成果对北坡子泉矿区的指示意义待进一步工作验证。

(4) 通过综合物探循环渐进勘查,北坡子泉东区金矿成矿部位,定位于野马泉韧性剪切带内次级小构造并发育有花岗岩脉的部位,地球物理特征表现为视电阻率两个低阻带(断层构造)所加持的一个相对高阻带且具有磁异常(脉岩)部位的边部。

## 参考文献

- [1] 毕炳坤,常云真,施强,等.综合物探在崂山东部浅覆盖区勘查银多金属矿床中的应用[J].物探与化探,2019,43(05):976-985.
- [2] 段世轻,孙进,李蒙,等.视电阻率联合剖面在浅覆盖区找矿的应用[J].长春工程学院学报(自然科学版),2019,20(03):52-56.
- [3] 樊战军,于爱军,陈孝强,等.EH4连续电导率测量在森林覆盖区找矿中的应用效果——以黑龙江省嘉荫县张三沟金矿区为例[J].黄金科学技术,2007(01):48-53.
- [4] 郝兴中,郑金明,刘伟,等.山东省齐河—禹城地区矽卡岩型铁矿成矿预测[J].地球学报,2020,41(02):293-302.
- [5] 胡云沪,罗先熔,王桂琴,等.厚层覆盖区综合物化探方法找金试验研究——以广西兴安金石金矿为例[J].矿产与地质,2002(05):302-305.
- [6] 李荣亮,田建荣,刘洋,等.综合物探方法在甘肃梧桐井铁铜多金属矿勘查中的应用[J].地质与勘探,2017,53(04):755-764.

- [7] 刘光鼎,郝天珩.应用地球物理方法寻找隐伏矿床[J].地球物理学报,1995(06):850-854.
- [8] 刘洋,梁靓,李荣亮,等.综合物探方法在甘肃某金矿勘查中的应用[J].矿产勘查,2019,10(06):1460-1469.
- [9] 马维,侯静,胡卫星,等.地物化综合方法在草原覆盖区找矿中的应用——以内蒙古努如大坂铅锌银多金属矿勘查为例[J].地质与资源,2014,23(S1):113-121.
- [10] 马一行,颜廷杰,何鹏,刘等.激发极化法在覆盖区矿产勘查中的应用——以内蒙古昌图锡力锰银铅锌多金属矿勘查为例[J].物探与化探,2019,43(04):709-717.
- [11] 毛景文,周涛发,谢桂青,等.长江中下游地区成矿作用研究新进展和存在问题的思考[J].矿床地质,2020,39(04):547-558.
- [12] 孟贵祥,吕庆田,严加永,等.“穿透性”探测技术在覆盖区地质矿产调查中的应用研究[J].地球学报,2019,40(05):637-650.
- [13] 汪青松,张金会,张顺林,等.厚覆盖区找矿“循环渐进式勘查技术体系”与应用[J].地质评论,2021,67(04):1129-1146.
- [14] 王登红.关键矿产的研究意义、矿种厘定、资源属性、找矿进展、存在问题及主攻方向[J].地质学报,2019,93(06):1189-1209.
- [15] 武炜,张宝林,梁光河,等.双频激电法在我国西部两类型覆盖区金属矿体预测中的应用[J].地质与勘探,2009,45(06):669-675.
- [16] 谢学锦,王学求.深穿透地球化学新进展[J].地学前缘,2003(01):225-238.
- [17] 徐启东,张晓军,尚恒胜,等.构建覆盖区综合地质找矿思路和流程的探索:以内蒙古锡林郭勒西北部为例[J].地球科学(中国地质大学学报),2012,37(06):1252-1258.
- [18] 张宝林,苗雅娜,苏艳平,等.“地物化三场异常耦合理论”及其在隐伏金多金属矿床定位预测中的应用[J].黄金科学技术,2018,26(04):431-442.
- [19] 张家嘉,张顺林,汪青松,等.综合物探方法在覆盖区找矿中的应用——以皖东五河金矿整装勘查为例[J].中国地质调查,2020,7(06):109-115.